

V-8

HFWDを用いた路床強度の評価

日本貨物鉄道 正会員 藤田博久

正会員 上浦正樹

正会員 高橋 顕

1. はじめに

JR貨物においては、貨物ヤード内のコンテナ荷役ホームの増設や簡易駐車場の新設などアスファルト舗装の敷設を行っている。この際に舗装の設計において、路床に発生する応力が有害な変形を生じることなく耐えうるか検討が必要である。この路床強度の評価方法としては、CBR試験、平板載荷試験、貫入抵抗試験などが用いられている。このうちCBR試験は一般的に普及している方法であるが、サンプリングし、室内試験をする必要があるなど手間のかかり測点数量に限りがある方法である。一方平板載荷試験は、現場試験としてK値を求めて路床強度とする方法であるが、現場での装置のセット、測定時間等で多くの労力を要することからもっと簡易な現場測定試験が望まれているところである。

そこで今回落下重錘式のたわみ測定装置であるFalling Weight Deflectometer(FWDと略す)を簡易にしたハンディなFWDであるHFWDを用いて路床強度を評価する方式の検討を行ったので以下に報告する。

2. HFWDの諸元とK値との関係

HFWDは8kgの重錘を自由落下させて衝撃荷重(300~500kg)を発生させ、載荷時のたわみ量と衝撃荷重を計測する方式(文献1)である。装置の概要を表1および図1に示す。

このHFWDを用いて求まる路床のK値と平板載荷試験で用いられるK値のための補正は載荷板の直径から定める。(文献2)

$$K_{HFWD} = K_9 \times (D_9/D_{30}) = K_9 \times 0.3 \quad (1)$$

ここに、

K_{HFWD} : 補正後のK値(kgf/cm³)

D_9 : HFWDの直径(9cm)

K_9 : HFWDによるK値(kgf/cm³)

D_{30} : 30cmの直径

載荷板の直径	90 mm
落下質量	8kg
落下高さ mm	50~350
最大たわみ量	2mm

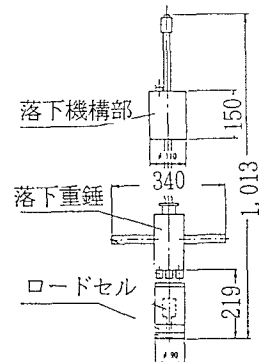


図1 HFWDの概要

3. HFWDの載荷荷重と沈下量

HFWDの衝撃荷重によって検出されるたわみ量を、Timoshenkoの弾性論に基づき(文献3)により載荷荷重に対する沈下量を求めた。(図2)

$$\delta = \pi P a (1 - \mu^2) / (2 \times E) \quad (2)$$

ここに、

δ : 剛性円形載荷板による表面沈下量 (cm)

P : 載荷応力 (kgf/cm²)

μ : ポアソン比 (0.45)

a : 円形載荷板の半径(cm)

E : 変形係数 (CBR $\times 100$ kgf/cm²)

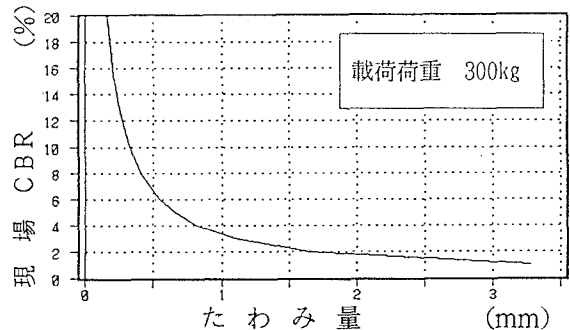


図2 現場CBRとたわみ量

この結果より HFWDがほぼ全ての現場CBR試験で載荷点直下のたわみの測定が可能であることが明らかとなった。また深さに対する弾性沈下量を多層弾性解析プログラム(ELSA)によって路床を1m (CBR=2) とそれ以下(CBR=10)にわけて計算した結果を図3に示す。

3. K値とCBRの関係

現場CBRをK値に換算する方法はミドルブルックスらの換算曲線が知られているが、これに対し、植下はわか国の実測例により次式を提案している。（文献4）

$$K_{30} = 0.555 \times \text{CBR} + 2.2 \quad (3)$$

一方、関根らは、平板載荷試験とFWDおよびHFWDの関係において、FWDおよびHFWDにより推定したK値と地盤の平板載荷試験の除荷後の接線から求めたK値とは締固め程度の高いケースではほぼ1:1に近い結果となることを報告している。（文献5）また平板載荷で得られるK値（ K_{30} ）とHFWDで得られるK値（ K_{HFWD} ）（ kgf/cm^3 ）の関係を求めている。（図4）

$$K_{\text{HFWD}} = 1.9 \times K_{30} \quad (4)$$

よって(3)、(4)により(5)を導く。

$$\text{CBR} = 0.95 \times K_{\text{HFWD}} - 4.0 \quad (5)$$

以上によりHFWDによりCBR値の推定が可能となった。

4. 実際の適用

宇都宮貨物ターミナルの荷役作業ホームにおいて、ホーム増設箇所に対するCBR試験、平板載荷試験、HFWDによるたわみ測定を行った。

表2 路床土の性状

施工前における路床土の特性を表2に示す。またCBR値が小さいため路床改良をセメント系固化材を用い、一軸圧縮試験により配合設計を行った。一方HFWDによるたわみ測定によって K_{HFWD} 値を求めた。

以上により、表3から

項目	内容
土質種類	関東ローム
厚さ	1.0 m
含水比	123.7 %
湿潤重量	1.311 g/cm^3
乾燥重量	0.586 g/cm^3
CBR	2.6 %

施工前のようにほぼ一様と見なせる場合にHFWDによって路床のCBR値の推定が可能と判断できる。また施工後のように2層以上となる場合は表面から50~60cmまでのCBR値を推定できることが確認された。これは図4に示す約0.1mm以上の沈下範囲に対してCBR値の推定が可能であることが明らかとなった。

4. おわりに

今後さらにHFWDによりCBR値を推定できる範囲をより明らかにしていく計画である。

参考文献

- 1) ハディナフォーリグ・ウェット・デラマータの開発 笠原篤 他 道路建設 5/5 1993
- 2) 4) 講座 舗装の力学 植下協 舗装8-1、8-9 1973
- 3) 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物 1991
- 5) 礫材を用いた鉄道盛土の転圧試験
- 5) 関根悦夫 他 第31回地盤工学研究発表会 1996

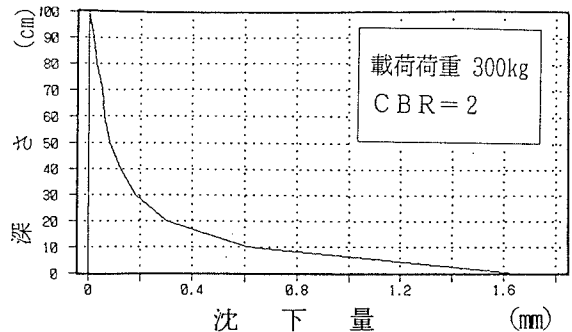


図3 HFWDの載荷荷重と沈下量

図3 HFWDの載荷荷重と沈下量

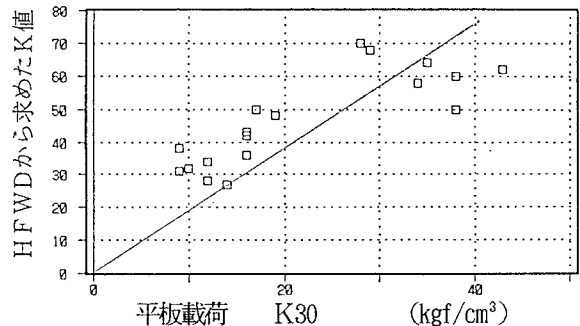


図4 HFWDの載荷荷重と沈下量

表3 CBRの実測値と推定値の比較

	施工前	改良	未	施工後
厚さ (cm)	100	60	40	100
CBR (%)	2.6	20	2.6	10.3
K_{HFWD}	5.5	26.0		
CBR (%)	1.0	20.7		